

Степанова Викторія Сергеевна, асп., асист., кафедра технологій ресторанного і оздоровительного питания, Одесская національная академия пищевых технологий. Адрес: ул. Канатная, 112, г. Одесса, Украина, 65039. Тел: 0936371831; e-mail: upiu@ukr.net.

Stepanova Victoria, graduate student, assistant, Department of Technology of health-improving and therapeutic food products, Odessa National Academy of Food Technologies. Address: Kanatna str., 112, Odessa, Ukraine, 65039. Tel: 0936371831; e-mail: upiu@ukr.net.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. О.О. Гринченко.
Отримано 15.10.2016. ХДУХТ, Харків.*

УДК 621.59: 613.229:547.455.65

МЕТОД ГЛИБОКОЇ ПЕРЕРОБКИ КАРОТИНВМІСНИХ ОВОЧІВ ТА ОТРИМАННЯ НАНОЇЖІ З ВИКОРИСТАННЯМ ОБЛАДНАННЯ НОВОГО ПОКОЛІННЯ

**Р.Ю. Павлюк, В.В. Погарська, Л.О. Радченко, Р.Д. Таубер,
Н.М. Тимофєєва, Т.В. Котюк**

Розроблено та запропоновано метод глибокої переробки каротинвмісних овочів, альтернативний криогенній обробці. Метод заснований на комплексній дії на сировину паротермічної обробки та дрібнодисперсного подрібнення з використанням обладнання нового покоління, яке застосовується на підприємствах ресторанного бізнесу. Новий метод дозволяє більш повно (у 2–3 рази) використати біологічний потенціал сировини і отримати харчові продукти в наноформі.

Ключові слова: глибока переробка, каротинвмісні овочі, паротермічна обробка, дрібнодисперсне подрібнення, пароконвекційна піч, продукти у наноформі.

МЕТОД ГЛИБОКОЇ ПЕРЕРАБОТКИ КАРОТИНОСОДЕРЖАЩИХ ОВОЩЕЙ И ПОЛУЧЕНИЕ НАНОПИЩИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБОРУДОВАНИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

**Р.Ю. Павлюк, В.В. Погарская, Л.А. Радченко, Р.Д. Таубер,
Н.Н. Тимофеева, Т.В. Котюк**

Разработан и предложен метод глубокой переработки каротиносодержащих овощей, альтернативный криогенной обработке.

© Павлюк Р.Ю., Погарська В.В., Радченко Л.О., Таубер Р.Д.,
Тимофєєва Н.М., Котюк Т.В., 2016

Метод основан на комплексном воздействии на сырье паротермической обработки и мелкодисперсного измельчения с использованием оборудования нового поколения, применяемого на предприятиях ресторанного бизнеса. Новый метод позволяет более полно (в 2–3 раза) использовать биологический потенциал и получать пищевые продукты в наноформе.

Ключевые слова: *глубокая переработка, каротиносодержащие овощи, паротермическая обработка, мелкодисперсное измельчение, пароконвекционная печь, продукты в наноформе.*

THE METHOD DEEP PROCESSING OF CAROTENE CONTAINING VEGETABLES AND RECEIPT NANOFOODS WITH THE USE OF MODERN EQUIPMENT

**R. Pavlyuk, V. Pogarska, L. Radchenko, R. Tauber,
N. Timofeeva, T. Kotuyk**

A new method for deep processing of carotene containing vegetables – alternative cryogenic processing based on the overall impact on raw steam-treatment processing and fine grinding by means of a new generation of equipment that is used in enterprises of catering business, allowing better use of biological potential (2...3 times higher than in the stock).

It is established that deep (steam-treatment) carotene-containing processing of vegetables (carrots and pumpkin) with the use of modern steam-treatment of enzymatic processes is less intensive than the traditional method of heat treatment-blanching by the immersion in boiling water. The amount of maximum enzymatic activity in the processing of vegetables in carotene-containing steam-treatment compared with blanching for polyphenoloxylase is 2–4.5 times less, peroxidase – 3 times.

It is demonstrated that full inactivation of oxidative enzymes during thermal processing of carotene-containing vegetables in vapor-convective machine is completed earlier than blanching, in 20 minutes, that is 10–15 minutes less than blanching. Complete inactivation of oxidative enzymes in the process of blanching carotene containing vegetables occurs 30–35 minutes later. It is shown that in comparison with fresh raw material in the process of carotene containing vegetables (carrots, pumpkins) cooking in vapor-convection (at the above modes) in 10 minutes the amount of β -carotene remains stable, but its mass fraction increases 2...2,3 times that is due to the release of latent condition (associated with the biopolymer forms) in free form that is fixed by chemical methods of research. It is established that the losses of vitamin C during carotene containing vegetables during cooking in vapor-convection are much smaller than during blanching. Thus, in 20 minutes after heat treatment in vapor-convection, mass fraction of L-ascorbic acid remained at 65...80%, while after blanching – 40...50%. It is also shown that after steam-treatment and fine grinding of carotene containing vegetables during the manufacture of mashed potatoes, a significant increase in the extraction of L-ascorbic acid and β -carotene compared to the outcome that respectively equals 2 and 3 times for pumpkin, and for carrots it correspondingly constitutes 1,7 and 2,5

times. It is established that complex application of steam-treatment of plant materials in vapor-convection with fine grinding enables to get puree, whose quality is close to the puree obtained with the use of cryogenic treatment of the product (in particular, by the content of β -carotene increases at 2,5...3 times during steam-treatment and during cryogenic treatment at 2,8...3,5 times respectively).

Keywords: *deep processing, carotene containing vegetables steam-treatment, fine grinding, vapor-convection, products in nanoform.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. На сьогодні глобальною проблемою в значній кількості країн світу є дефіцит у раціонах харчування вітамінів, каротину, мінеральних речовин, білків та інших біологічно активних речовин (БАР). Потреба в них у населення України задовольняється всього на 50% [1; 2; 3]. Спостерігається також незбалансованість у раціонах харчування: дефіцит молока, риби, м'яса, фруктів та ягід, тобто тих продуктів, які сприяють зміцненню здоров'я населення України. Відомо також, що 50% населення Землі голодує. У зв'язку з цим у багатьох країнах світу існує багато програм, в межах яких вже налагоджено промисловий випуск багатьох синтетичних харчових продуктів (зокрема, молока, м'яса, овочів, борошна, круп тощо [4]. За зовнішнім виглядом та смаком вони майже не відрізняються від натуральних продуктів, але є шкідливими для організму людини та практично ним не засвоюються. Це пов'язано з тим, що в організмі людини немає ферментів, які б сприяли їх всмоктуванню та виведенню із організму, вони накопичуються у формі алергенів, що призводить до патологічних зсувів у організмі людини і різних захворювань [4]. Крім того, на всій Землі спостерігається погіршення екологічної ситуації та зниження імунітету в населення [5–7].

У зв'язку з цим у багатьох країнах світу великою популярністю користуються функціональні оздоровчі продукти (особливо із фруктів та овочів), які сприяють укріпленню здоров'я. Цій проблемі сьогодні надається багато уваги в роботах вчених. Це один із найважливіших і актуальних наукових напрямів, які інтенсивно розвиваються в міжнародній практиці. Особливо актуальним і перспективним напрямом отримання оздоровчих харчових продуктів є використання для їх виготовлення каротинвмісних овочів (зокрема, моркви, гарбуза, томатів, перцю солодкого болгарського та ін.). Вони значно виділяються серед іншої рослинної сировини високим вмістом біологічно активних речовин, зокрема, каротиноїдів, L-аскорбінової кислоти, фенольних сполук із Р-вітамінною та антиокислювальною активністю (рутину, катехінів, оксикоричних кислот та ін.), поліфенольних дубильних речовин, що мають імуномодельоуючу

антиокислювальну детоксикуючу та протипухлинну дію [3; 5–8]. Ці овочі користуються великою популярністю в населення різних країн світу (особливо в Японії, США, Німеччині та ін.). Відомо, що ненасичені кон'юговані сполуки каротиноїдів мають протипухлинну, протипроменеву дію та значно підвищують захисні сили організму людини, особливо в поєднанні з аскорбіновою кислотою та фенольними сполуками, які у великій кількості містяться в моркві та гарбузі, і є традиційним для України джерелом каротину [3; 5; 8; 9; 11].

Останні дані наукових досліджень, які отримані в міжнародній практиці в галузі молекулярної біології видатними вченими-вітамінологами Клаусом Обербайлем (Німеччина), Мартиним Принсом и Джоном Фризоли (США) та ін., свідчать, що споживання натуральних каротиноїдів у продуктах із їх високим вмістом є надійним захистом організму людини від раку та інших хвороб [8; 10; 12]. Каротини також захищають клітини організму людини від патогенних мікроорганізмів і гасять вільні окислювальні радикали, які намагаються окислити, тобто спалити незахищені частини клітин. Показано також, що разом із вітаміном А каротини в нашій імунній системі борються з вірусами, бактеріями та іншими збудниками хвороб, підтримують молодість і здоров'я нашого тіла, попереджають старіння, покращують гостроту зору, роблять шкіру гладкою та еластичною.

Американським лауреатом Нобелівської премії Джорджем Уїпплом виявлено омолоджуючий детоксикуючий ефект дії на організм людини рослинних продуктів із високим вмістом каротину за умови регулярного споживання. Вплив таких каротиноїдних продуктів автор порівнює з функціонуванням печінки як фільтруючого органа організму [12]. На думку автора для того, щоб бути здоровим, є тільки одна можливість – регулярно споживати збагачену каротином їжу.

Відомо, що морква й гарбуз користуються великою популярністю і у населення України. Їх використовують як в індивідуальному, так і в масовому харчуванні населення, а також в ресторанах, супермаркетах та на великих підприємствах під час виготовлення різних консервованих продуктів (соків, пюре, соусів, гарнірів, начинок, заморожених сумішей та ін.). Традиційні способи їх переробки призводять до значних втрат каротиноїдів та інших БАР (від 20 до 80%) [5; 6].

Труднощі під час переробки і споживання каротинвмісних овочів, на думку авторів, пов'язані з тим, що значна частина молекул каротину (наприклад, у моркві) щільно упаковані в рослинні волокна-нанокомплекси або наноасоціати гетерополісахаридів і білків і їх важко вилучити в розчинну фазу в процесі переробки сировини, а

також у шлунку людини. Аналіз даних періодичної науково-технічної літератури з переробки каротинвмісних овочів та виготовлення із них харчових продуктів присвячений в основному органолептичним, фізико-хімічним та реологічним характеристикам отриманих продуктів. Що стосується каротиноїдів сировини, їх трансформації то таких відомостей дуже мало та вони носять суперечливий характер [6; 8–11]. Відомо, що найбільш ефективним у технологіях виготовлення харчових продуктів із каротинвмісної сировини є використання сучасного обладнання – пароконвекційних печей та різних подрібнювачів. Але глибоких фундаментальних досліджень у цьому напрямку нами не виявлено [3–7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що теплова обробка овочів є одним із основних технологічних прийомів, що використовуються в технології виробництва кулінарних виробів під час переробки плодів і овочів у різні види харчових продуктів та напівфабрикатів, в тому числі і в пароконвекційних печах. [13]. Теплову обробку проводять з метою інактивації окислювальних ферментів, зменшення кількості вегетативних та спорових форм мікроорганізмів, збільшення клітинної проникності, покращення текстури продукту, розм'якшення тканини рослинної сировини, зменшення її об'єму, надання продукту певних органолептичних властивостей та смаку [14; 15].

У процесі теплової обробки відбуваються зміни структурно-механічних, фізико-хімічних, біохімічних, хімічних, мікробіологічних та органолептичних властивостей сировини, відбуваються зміни харчової та біологічної цінності [3; 5; 10; 13; 15; 16].

Традиційними способами теплової обробки рослинної сировини є бланшування, розварювання, підігрівання, обжарювання, пасерування. На підприємствах переробної та консервної галузі, а також в закладах ресторанного господарства з цією метою використовують різні види апаратів: бланшувачі, варильні котли, вакуумні апарати та ін. [12–16].

Відомо також, що в разі використання традиційного обладнання під час теплової обробки плодів та овочів втрачається значна кількість вітамінів та інших біологічно активних речовин (від 20 до 80%) [3; 4]. Традиційна тепла кулінарна обробка супроводжується значними втратами маси напівфабрикатів і готової продукції [13; 14]. Одним із прогресивних способів вирішення цієї проблеми є теплова обробка овочів у пароконвектоматі, в одній робочій камері якого з використанням пари й циркулюючого повітря є можливість застосовувати різні способи теплової обробки сировини [13–16].

Аналіз періодичної літератури за останні 10 років показав, що актуальним є пошук технологічних прийомів та створення нового покоління обладнання, яке дозволяє максимально зберегти біологічний потенціал харчової сировини [5–7]. Сьогодні на харчових підприємствах, зокрема в закладах ресторанного господарства з'явилося і широко використовується нове покоління сучасного теплового обладнання – пароконвекційні печі, що дають змогу об'єднати в одному апараті три процеси – варіння, смаження та приготування на пару. Відомими перевагами теплової обробки в пароконвекційній печі є те, що за рахунок конструктивних особливостей апарата, регулювання інтенсивності подачі та температури потоку пари, а також тиску всередині камери продукт рівномірно прогривається, і процес кипіння відбувається за температури від 70°C. Це забезпечує високу якість продукту та значне скорочення тривалості його виготовлення [13–16].

Аналізуючи дані наукової періодичної літератури за останні 10 років, було встановлено, що роботи більшості вчених присвячено дослідженням впливу режимів паротермічної обробки в пароконвекційних печах на якість різних продуктів харчування (хлібобулочних виробів, кулінарних виробів із риби, м'яса, плодів і овочів та ін.), які виготовляються на підприємствах ресторанного бізнесу [13–15]. При цьому під якістю автори розуміють текстуру продуктів, їх органолептичні показники, теплофізичні характеристики і характеристики теплообміну [13, 15; 16]. Автори відмічають, що пароконвектомати – це універсальне теплове обладнання з високим ступенем автоматизації та можливістю програмування технологічних процесів [13]. Це дозволяє стабілізувати якість продукції та забезпечити її нешкідливість. Установлено, що за теплової обробки харчових продуктів (рослинного та тваринного походження) в пароконвектоматі, на відміну від традиційних методів, продукти не втрачають свою масу, не відбувається зменшення об'єму продукту, тканини не стають більш щільними. Теплова обробка продуктів у пароконвектоматі дозволяє отримати продукцію соковиту, з ніжною консистенцією, такі продукти в організмі людини краще піддаються дії ферментів і засвоюються [14; 16].

Таким чином, проведений аналіз даних літератури стосовно впливу паротермічної обробки в пароконвекційних печах на якість продуктів, показав, що в науковій літературі не виявлені дані щодо комплексного впливу теплової обробки в пароконвектоматі, а також дрібнодисперсного подрібнення каротинвмісних овочів (моркви та гарбуза) на збереження та вилучення із них каротину та інших

біологічно активних речовин із скритої (зв'язаної) форми у вільний стан і більш повного використання біологічного потенціалу сировини.

Відомо, що сьогодні одним із перспективних методів глибокої переробки рослинної сировини є кріогенне подрібнення та дрібнодисперсне подрібнення без застосування холоду. В харчовій промисловості ці процеси мало вивчені [3; 9; 10].

У зв'язку з цим в завдання роботи входили пошук та розробка альтернативного кріогенній обробці методу глибокої переробки сировини без використання низьких температур, що дозволяє максимально зберегти та використати закладений у сировині біологічний потенціал [3; 5–7]. Як альтернативний кріогенному метод глибокої переробки було запропоновано використовувати комплексну дію на сировину паротермічної обробки та дрібнодисперсного подрібнення з використанням нового покоління висоефективного сучасного обладнання – пароконвекційної печі (Італія) та активатора-гомогенізатора-подрібнювача-кутера (Франція). Таке обладнання широко використовується в міжнародній практиці і вже знайшло застосування в Україні в елітних ресторанах, кулінарних цехах супермаркетів, їдальнях санаторіїв-профілакторіїв, комбінатах харчування школярів та ін. На думку виробників та технологів-практиків зазначені види обладнання – це нове слово в техніці і технології отримання харчових продуктів високої якості [13–16]. Проте в науковій літературі не виявлені дані щодо впливу технологічної обробки із застосуванням зазначених видів сучасного обладнання на якість сировини за вмістом БАР під час їх переробки та отримання продуктів високої якості. Не виявлені механізми процесів, які відбуваються в харчовій сировині [14; 15; 16].

У зв'язку з цим перспективним є вивчення впливу процесів глибокої переробки каротинвмісних овочів на збереження і трансформацію каротиноїдів та інших біологічно активних речовин під час паротермічної обробки та дрібнодисперсного подрібнення. Зокрема, становлять інтерес дослідження впливу паротермічної та дрібнодисперсної обробки каротинвмісної сировини (КВС) на збереження і трансформацію каротиноїдів та інших БАР, на ферментативні, біохімічні, фізико-хімічні процеси, що відбуваються під час обробки сировини в сучасних апаратах підприємств ресторанного бізнесу. Отримані напівфабрикати із КВС можуть застосовуватися в разі виготовлення різних видів кулінарних виробів, перших обідніх та других страв, десертів, нанопаїв, наноморозива, сорбетів, булочок, бісквітів, тортів, кремів та ін. для оздоровчого харчування.

Мета статті – вивчення впливу глибокої переробки каротинвмісних овочів із застосуванням паротермічної обробки та дрібнодисперсного подрібнення на зберігання та екстракцію каротиноїдів та інших біологічно активних речовин із використанням нового покоління обладнання та отримання продуктів у нанорозмірній формі.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

- вивчити вплив паротермічної обробки в пароконвекційній печі на активність окислювальних ферментів (пероксидази, поліфенолоксидази) в каротиновмісній сировині;

- вивчити вплив паротермічної обробки в пароконвекційній печі на біологічно активні речовини (зокрема, β -каротин, L-аскорбінову кислоту) каротинвмісних овочів порівняно з традиційним бланшуванням;

- вивчити вплив паротермічної обробки та дрібнодисперсного подрібнення на якість каротинвмісних овочів за вмістом БАР під час отримання з них дрібнодисперсного пюре в нанорозмірній формі;

- провести порівняння якості наноструктурованого пюре з каротинвмісних овочів (моркви, гарбуза) за вмістом БАР, отриманих із використанням паротермічної обробки та механодеструкції, із якістю пюре, отриманих за криогенною технологією та аналогами.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проводилися на кафедрі технологій переробки плодів, овочів і молока ХДУХТ (м. Харків, Україна) в лабораторії Інноваційних кріо- та нанотехнологій рослинних добавок та оздоровчих продуктів із застосуванням пароконвекційної печі UNOX SPA серії XVC (Італія), яка має 70 програм, що відрізняються між собою режимами технологічної обробки (температурою, інтенсивністю та кількістю подачі пари, наявністю циркуляції або обдування повітрям (рис. 1).



Рис. 1. Пароконвекційна піч UNOX SPA серії XVC (Італія)

Як об'єкти дослідження використовувались каротинвісна сировина – гарбуз та морква. Порівняння впливу різних видів паротермічної обробки в пароконвекційній печі UNOX SPA серії XVC (Італія) та традиційного способу теплової обробки сировини – бланшування – на каротинвісну сировину (моркву, гарбуз) проводились за ферментативною активністю окислювальних ферментів, масовою часткою L-аскорбінової кислоти та вмістом β -каротину.

Для виконання поставлених завдань використовували загальноприйнятні стандартні методи досліджень, такі як колориметричний метод Мурі для визначення β -каротину [17; 18], метод візуального та потенціометричного титрування для визначення L-аскорбінової кислоти [19], колориметричний метод Фоліна-Деніса для визначення загальної кількості низькомолекулярних фенольних сполук [20], колориметричний метод визначення суми флавонолових глікозидів [20], а також методику Д.М. Міхліна та З.С. Бронвицької для визначення ферментативної активності [21].

Харківським державним університетом харчування та торгівлі (Україна, м. Харків) у співдружності з Харківським торговельно-економічним коледжем Київського національного торговельно-економічного університету, Комунальним підприємством «Дитячий комбінат» (Україна, м. Харків) та Академією готельного менеджменту і ресторанного господарства у Познані (Польща) розроблено та запропоновано альтернативний криогенний обробці метод глибокої переробки рослинної сировини без використання низьких температур, що дозволяє максимально зберегти та використати закладений у сировині біологічний потенціал. У роботі запропоновано використовувати комплексну дію на сировину паротермічної обробки та дрібнодисперсного подрібнення з використанням нового покоління високоефективного сучасного обладнання – пароконвекційної печі (Італія) та активатора-гомогенізатора-подрібнювача (Франція).

Установлено, що паротермічна обробка каротинвісних овочів із застосуванням пароконвекційної печі та традиційна термічна обробка методом бланшування шляхом занурення в гарячу киплячу воду відбуваються по-різному.

Виявлено, що порівняно з традиційним методом теплової обробки під час обробки каротинвісних овочів у пароконвектоматі ферментативні процеси відбуваються з меншою інтенсивністю. Кількісні значення максимальної активності поліфенолоксидази менші в 2–4,5 разу, пероксидази – в 1,5–1,6 разу.

Прогрівання продукту сприяє активації окислювальних ферментів, причому в разі бланшування значно більше. Встановлено, що при бланшуванні через 10 хвилин паротермічної обробки

активність ферменту поліфенолоксидази значно зростає. Збільшення становить у моркві – 9 раз, у гарбузі – 5,5 разу. При цьому активність ферменту пероксидази збільшується менше: в моркві – в 5,8 разу, в гарбузі – в 2 рази.

Активність окислювальних ферментів за паротермічної обробки в пароконвектоматі зростає менше: поліфенолоксидази – в 2,7 разу (в моркві) та 2,0 рази (в гарбузі), пероксидази – в 1,5 разу (в моркві) та 1,6 разу (в гарбузі). Встановлено оптимальний ферментативний активності для обох видів окислювальних ферментів за теплової обробки моркви та гарбуза залежно від тривалості та виду теплової обробки, що була використана. Показано, що максимальна активність окислювальних ферментів настає після теплової обробки каротинвмісних овочів протягом 10 хвилин і не залежить від виду теплової обробки (бланшування чи обробка в пароконвектоматі).

За теплової обробки гарбуза різниця в активності ферментів за різних видів обробки значно менша, ніж у моркві. Показано, що повна інактивація окислювальних ферментів за обробки КВО в пароконвектоматі настає на 30% швидше, ніж за бланшування.

Таким чином, порівняно з бланшуванням за теплової обробки каротинвмісних овочів у пароконвектоматі активація окислювальних ферментів відбувається значно менше. У зв'язку з цим можна було припустити, що руйнування БАР за теплової обробки моркви та гарбуза в пароконвектоматі порівняно з бланшуванням також буде значно меншим.

Головним завданням роботи під час застосування паротермічної обробки при отриманні готових продуктів та напівфабрикатів із каротинвмісних овочів було зменшення втрат та максимальне збереження каротиноїдів (за вмістом β -каротину), L-аскорбінової кислоти та інших лабільних БАР, а також максимальне вилучення або екстрагування їх прихованих, зв'язаних з біополімерами (білками, полісахаридами) форм з метою більш повного порівняно з традиційними видами теплової обробки використання та розкриття біопотенціалу рослинної сировини та рослинної клітини. Слід зазначити, що традиційні методи теплової обробки та інші методи технологічної переробки рослинної сировини, що використовуються в міжнародній практиці, призводять до значних втрат перерахованих БАР. Залежно від виду технологічної обробки, виду сировини та БАР втрати становлять від 15 до 100%. За даними літератури на сьогоднішній день надійних методів технологічної обробки сировини, що дають змогу зберегти БАР та виключити або звести до мінімуму втрати, не встановлені. Виключення складають заморожування та сублімаційне сушіння, для яких характерні мінімальні втрати БАР.

За теплової обробки каротинвмісних овочів (моркви, гарбуза) в пароконвектоматі (за зазначених вище режимів) через 10 хвилин відбувається не тільки збереження β -каротину, а й

збільшення його масової частки в 2...2,3 разу порівняно зі свіжою сировиною, що відбувається за рахунок вивільнення із прихованого стану (зв'язаних з біополімерами форм) у вільну форму, що фіксується хімічними методами досліджень (рис. 2).

Такі ж закономірності відбуваються і під час бланшування.

Встановлено також, що втрати вітаміну С за теплової обробки каротинвмісних овочів у пароконвектоматі значно менші, ніж за бланшування. Так, після 20 хвилин теплової обробки в пароконвектоматі масова частка L-аскорбінової кислоти збереглась на 65...80%, в той час як після бланшування – на 40...50% (рис. 2).

Таким чином виявлено, що під час теплової обробки КВО в пароконвектоматі окислення та руйнування L-аскорбінової кислоти відбувається менш інтенсивно, ніж вразі бланшування.

Виявлено також, що після паротермічної обробки та дрібнодисперсного подрібнення каротинвмісних овочів під час виготовлення пюре відбувається значне збільшення екстракції L-аскорбінової кислоти та β -каротину, яке для гарбуза відповідно становить в 2 та 3 рази, для моркви – відповідно 1,7 та 2,5 разу порівняно з вихідною сировиною (рис. 2).

Такі дані отримані після досить тривалої теплової обробки сировини, яка становить 60 хвилин для моркви, що має щільну, міцну структуру, та 35–40 хвилин для гарбуза. Розкрито механізми зазначеного процесу, який пов'язаний із механодеструкцією та механокрекінгом наноконвективних біополімер-каротиноїдів і вивільненням прихованих зв'язаних форм каротину та L-аскорбінової кислоти із наноасоціатів та наноконвективних із білками, полісахаридами, дубильними речовинами та ін.

Встановлено, що комплексне застосування паротермічної обробки рослинної сировини в пароконвектоматі з дрібнодисперсним подрібненням дає змогу отримати пюре, якість якого наближається до якості пюре, отриманого із застосуванням криогенної обробки продукту (рис. 3, 4, табл. 1).

Так, наприклад, масова частка β -каротину в 100 г свіжого гарбуза становить 8,5 мг, в дрібнодисперсному пюре – 26,5 мг в кріопюре – 32,2 мг в 100 г. Масова частка β -каротину в 100 г свіжої моркви та дрібнодисперсного пюре з неї відповідно становить 9,2 мг та 24,6 мг, в кріопюре – 28,8 мг в 100 г. Що стосується L-аскорбінової кислоти, то вона в 100 г свіжої моркви становить 8,5 мг, в дрібнодисперсному пюре з неї – 15,0 мг в 100 г; в кріопюре – 29,7 мг в 100 г; в свіжому гарбузі – 9,8 мг в 100 г, в дрібнодисперсному пюре – 16,5 мг в 100 г, в кріопюре – 19,6 мг в 100 г.

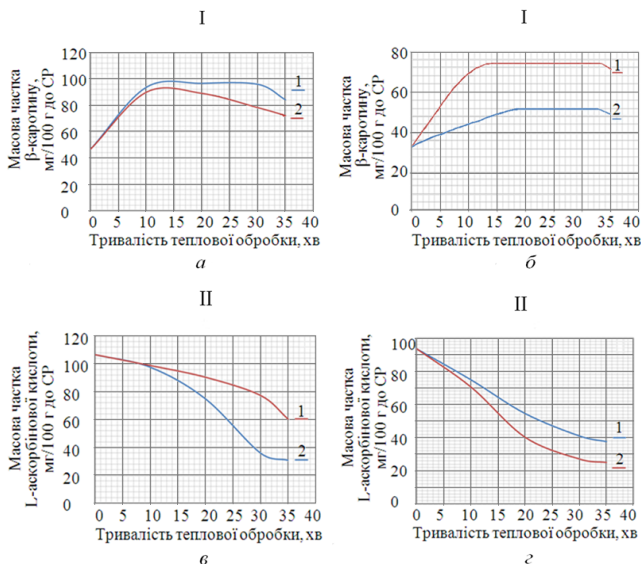


Рис. 2. Вплив тривалості паротермічної обробки моркви (а, в) та гарбуза (б, г) в пароконвектоматі – 1 (червоний маркер) та під час бланшування в звичайних умовах за $t=105^{\circ}\text{C}$ – 2 (червоний маркер) на вміст β -каротину (I) та L-аскорбінової кислоти (II)

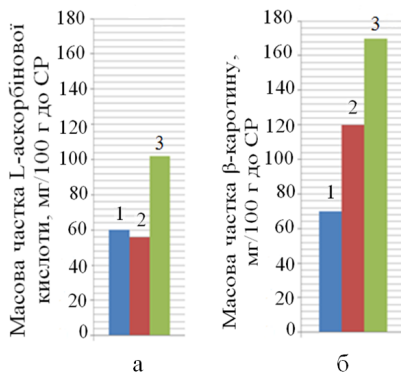


Рис. 3. Вплив паротермічної обробки моркви (I) та дрібнодисперсного подрібнення моркви на вміст L-аскорбінової кислоти (а) та β -каротину (б) порівняно зі свіжою сировиною: 1 – свіжа морква (синій маркер); 2 – морква після паротермічної обробки (червоний маркер); 3 – дрібнодисперсне пюре з моркви (зелений маркер)

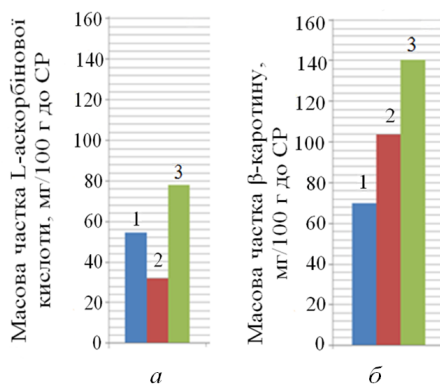


Рис. 4. Вплив паротермічної обробки гарбуза (П) та дрібнодисперсного подрібнення на вміст L-аскорбінової кислоти (а) та β -каротину (б) порівняно зі свіжою сировиною: 1 – свіжий гарбуз (синій маркер); 2 – гарбуз після паротермічної обробки (червоний маркер); 3 – дрібнодисперсне пюре з гарбуза (зелений маркер)

Таким чином, встановлено, що після паротермічної обробки та дрібнодисперсного подрібнення каротинвмісних овочів під час виготовлення пюре відбувається значне збільшення екстракції L-аскорбінової кислоти та β -каротину, яке для гарбуза відповідно становить в 2 та 3 рази, для моркви – відповідно 1,7 та 2,5 разу.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика вмісту каротину та інших БАР у свіжих, паротермічнооброблених, заморожених каротинвмісних овочах та в наноструктурованому пюре з них (≥ 3)

Продукт	Масова частка (мг в 100 г)			
	β -каротин	L-аскорбінова кислота	Фенольні сполуки (за хлорогеновою кислотою)	Флавонолові глікозиди (за рутинном)
1	2	3	4	5
Морква свіжа	9,5 \pm 0,3	8,2 \pm 0,2	146 \pm 1,5	50,2 \pm 1,8
Морква, заморожена шматочками	18,6 \pm 1,0	17,2 \pm 0,8	240,2 \pm 2,0	117,2 \pm 2,4
Наноструктуроване кріопюре з моркви	28,8 \pm 2,5	29,7 \pm 1,5	262,6 \pm 2,8	105,8 \pm 2,8

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5
Морква, оброблена паротермічно в пароконвектоматі	19,4±1,8	7,0±0,3	120,4±1,4	40,2±0,9
Дрібнодисперсне пюре із моркви термооброблене	24,6±2,0	15,2±0,9	200,6±3,2	85,4±2,4
Гарбуз свіжий	8,5±0,3	9,8±0,2	128,4±1,8	45,4±1,2
Гарбуз, заморожений шматочками	17,2±1,2	14,6±0,7	178,5±2,1	75,4±2,6
Наноструктуроване кріопюре з гарбуза	32,2±2,6	19,7±1,0	210,6±2,8	98,6±1,8
Гарбуз, оброблений паротермічно в пароконвектоматі	20,0±3,4	8,2±0,2	95,8±2,0	39,2±0,5
Дрібнодисперсне пюре із гарбуза термооброблене	26,5±4,2	16,5±1,8	210,6±3,5	78,8±1,6

Викладені результати наукових досліджень дозволили комплексну обробку рослинної сировини з використанням нового покоління обладнання для паротермічної обробки та дрібнодисперсного подрібнення, яке застосовується в закладах ресторанного господарства, розглянути як метод глибокої переробки рослинної сировини, що дає змогу досягти високого ступеня збереження та екстракції БАР свіжої (вихідної) сировини під час виробництва з каротинвмісних овочів дрібнодисперсних добавок у формі пюре.

Якість отриманих пюре з каротинвмісних овочів за вмістом БАР в 1,7–3 разу перевищує якість вихідної сировини і наближається до якості пюре, отриманого із застосуванням кріогенної обробки продукту та суттєво перевищує якість пюре-аналогів отриманих із використанням традиційних методів теплової обробки сировини та подрібнення, що супроводжуються втратами БАР порівняно зі свіжою сировиною на 20...80%.

Все це дозволяє стверджувати про високу ефективність використання нового покоління обладнання для паротермічної обробки та дрібнодисперсного подрібнення каротинвмісних овочів. Апробація у виробничих умовах КП «КДХ», НВФ «ХПК», «КРІАС ПЛЮС» (м. Харків, Україна) проведених досліджень та виготовлення

експериментальних зразків нанопродуктів із каротинвмісних овочів підтверджує доцільність використання глибокої переробки КВО під час отримання нанопродуктів із використанням нового покоління обладнання на підприємствах ресторанного бізнесу і торгівлі. Таким чином, вищеописаний метод глибокої переробки рослинної сировини дозволяє більш повно розкрити біологічний потенціал КВС, що може бути корисним не тільки в харчовій промисловості, але й під час отримання натуральних каротиноїдних фармпрепаратів (для імунопрофілактики населення) та ін.

Розвитком і продовженням досліджень у цьому напрямку є вивчення впливу глибокої переробки рослинної сировини на неперетравлювальні компоненти їжі – пребіотики, зокрема целюлозу, білки, пектинові речовини та ін., вивчення їх засвоюваності живими організмами методом біотестування та ін.

Висновки. 1. Встановлено, що під час глибокої (пароконвекційної) переробки каротинвмісних овочів (моркви та гарбуза) із застосуванням сучасного пароконвекційного обладнання ферментативні процеси відбуваються з меншою інтенсивністю, ніж за традиційного методу теплової обробки – бланшуванні шляхом занурення в киплячу воду. Кількісне значення максимальної ферментативної активності під час обробки каротинвмісних овочів у пароконвектоматі порівняно з бланшуванням для поліфенолоксидази менше в 2–4,5 разу, пероксидази – у 3 рази. Показано, що повна інактивація окислювальних ферментів за теплової обробки каротинвмісних овочів у пароконвектоматі настає раніше, ніж за бланшування і відбувається через 20 хвилин, що на 10–15 хвилин менше, ніж за бланшування. Повна інактивація окислювальних ферментів під час бланшування каротинвмісних овочів настає через 30–35 хвилин.

2. Показано, що порівнянно зі свіжою сировиною за теплової обробки каротинвмісуючих овочів (моркви, гарбуза) в пароконвектоматі (за зазначених вище режимів) через 10 хвилин відбувається не тільки збереження β -каротину, а й збільшення його масової частки в 2...2,3 разу, що відбувається за рахунок вивільнення із прихованого стану (зв'язаних із біополімерами форм) у вільну форму, що фіксується хімічними методами досліджень. Встановлено, що втрати вітаміну С за теплової обробки каротинвмісних овочів у пароконвектоматі значно менші, ніж під час бланшування. Так, після 20 хвилин теплової обробки в пароконвектоматі масова частка L-аскорбінової кислоти збереглась на 65...80%, в той час як після бланшування – на 40...50%.

3. Показано також, що після паротермічної обробки та дрібнодисперсного подрібнення каротинвмісних овочів під час виготовлення пюре відбувається значне збільшення екстракції L-аскорбінової кислоти та β -каротину порівняно з вихідною сировиною, яке для гарбуза відповідно становить в 2 та 3 рази, для моркви – відповідно 1,7 та 2,5 разу.

4. Встановлено, що комплексне застосування паротермічної обробки рослинної сировини в пароконвектоматі з дрібнодисперсним подрібненням дає змогу отримати пюре, якість якого наближається до якості пюре, отриманого із застосуванням криогенної обробки продукту (зокрема, за вмістом β -каротину відповідно в 2,5...3 рази при паротермічній обробці та при криогенній обробці в 2,8...3,5 разу).

Список джерел інформації / References

1. FAO/WHO/UNU. Глобальная стратегия по питанию, физической активности и здоровью – 2004: Резолюция WHA.55.23. – вихідні дані.

FAO/WHO/UNU. Globalnaya strategiya po pitaniyu, fizicheskoy aktivnosti i zdorovyu– 2004: Rezolyutsiya WHA.55.23. – vihidni dani.

2. FAO/WHO/UNU (2013), Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAO Expert Consultation. Food and agriculture organization of the united nations Rome, Vol. 92, 57 p.

3. Крио- и механохимия в пищевых технологиях : монография / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарская, В. А. Павлюк и др. ; Харьк. гос. ун-т питания и торговли ; Харьк. торг.-экон. ин-т Киевск. нац.торг.-эконом. ун-та. – Х. : Факт, 2015. – 255 с. – (Серия «Новое в пищевых технологиях и инновации в здоровом питании»).

Pavlyuk, R., Pogarskaya, V., Pavlyuk, V., Radchenko, L., Yur'eva, O., Maksimova, N. (2015), [*Krio- i Mexanoximiya v pishevix texnologiyax*]: Fact, Kh., 255 p.

4. Про- та антиоксидантна системи і патологічні процеси в організмі людини / А. Г. Резніков, О. М. Полумбрик, Я. Г. Бальон, М. О. Полумбрик // Вісник НАН України. – 2014. – № 10. – С. 17–27.

Rieznikov, A., Polumbryk, O., Bal'on, Y., Polumbryk, M. (2014), Pro- ta antyoksydantna systemy i patolohychni protsesy v orhanizmi liudyny, *Visnyk NAN Ukrainy*, No. 10, pp. 17-27.

5. Активация гидрофильных свойств каротиноидов растительного сырья : монография / В. В. Погарська, Р. Ю. Павлюк, А. И. Черевко и др. – Х. : Фінарт, 2013. – 345 с.

Pogarskaya, V., Pavlyuk, R., Cherevko, A., Pavlyuk, V., Maksimova, N. (2013), [*Aktyvatsiya hydrofilyl'nikh svoystv karotynoydov rastytelnoho siriya*]: Finart, Kh., 345 p.

6. Goni, I., Serrano, J., Saura-Calixto, F. (2006), “Bioaccessibility of beta-carotene, lutein, and lycopene from fruits and vegetables”, *Agric Food Chem*, № 54 (15), pp. 5382-5387.

7. Bernstein, P. S. [et al.] (2001), “Identification and quantitation of carotenoids and their metabolites in the tissues of the human eye”, *Exp. Eye Res*, No. 72. pp. 215-223.

8. Dherani, M. (2008), "Blood levels of vitamin C, carotenoids and retinol are inversely associated with cataract in a North Indian population", *Invest Ophthalmol Vis Sci*, No. 49 (8), pp. 3328-3335.

9. Stahl, W., Sies, H. (1996), "Lycopene: a biologically important carotenoid for humans?", *Biochem. Biophys.*, No. 336, pp. 1-9.

10. Frese, R. N., Palacios, M. A., Azzizi, A. I. (2002), "Electric field effects on red chlorophylls, β -carotenes and P700 in cyanobacterial photosystem I complexes", *Biochim. Biophys.*, № 1554, pp. 180-191.

11. Rakhimberdieva, M. G. [et al.] (2004), "Carotenoid-induced quenching of the phycobilisome fluorescence in photosystem II-deficient mutant of *Synechocystis* sp", *FEBS Lett*, №574, pp. 85-88.

12. Обербайль К., Витамины целители / Пер. С. Борича. – И. Лившиц: Спутники нашего здоров'я // [к. сб. в целом: Сост. В. В. Шарапило. – Мн.: Парадокс, (Сер. «Поле чудес: здоровье»), – 1998. – 424 с.

Oberbayl, K. (Translate S. Boricha – I. Livschiz), (1998), "Vitamins healer", *Helpmate our health*, 424 p.

13. Результаты экспериментальных исследований процесса теплообмена в пароконвекционном аппарате / А. В. Иванов, И. М. Кирик, А. В. Кирик // *Инновационные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции*. – Минск, 2011. т. Ч. 2. – С. 47–49

Ivanov, A. V., Kirik, I. M., Kirik, A. V. (2011), "The results of experimental studies of heat transfer in the machine Steam convection", *Innovative technologies in the production and processing of agricultural products*, Minsk, including 2, pp. 47-49.

14. Пароконвекционный аппарат для объектов общественного питания / И. М. Кирик [и др.] // *Инновационные технологии в пищевой промышленности*. – Минск, 2009. – С. 394–401.

Kirik, M. [et al.] (2009), "Steam convection apparatus for catering", *Innovative technologies in the food industry*, Minsk, pp. 394-401.

15. Куткина, М. Пароконвектомат: знай и умей: рекомендации по тепловой обработке кулинарной продукции разных видов / М. Куткина, Е. Фединишина // *Питание и общество*. – 2007. № 10. – С. 10–12.

Kutkina, M., Fedinishina E. (2007), "Combi-Steamer: Know and be able to: recommendations for heat treatment of different types of culinary products", *Power and society*, No. 10, pp. 10-12.

16. Куткина М. Н. Разработка индивидуальной технологии овощных полуфабрикатов высокой степени готовности / М. Н. Куткина, С. А. Елисева // *Известия вузов. Пищевая технология*. – 2014. № 2/3. – С. 66–69

Kutkina, M. N., Eliseeva, S. A. (2014), "Development of individual vegetable semis technology high availability", *Proceedings of the universities. Food technology*, No. 2/3, pp. 66-69

17. ГОСТ 13496.17-95. Межгосударственный стандарт. Корма. Метод визначення каротину. – М. : Стандартиформ, 2011. – 5 с.

GOST 13496.17-95. Mezghosudarstvennyy standard. Stern. Method of determination of carotin, Standartinform, M., 2011. – 5 p.

18. ДСТУ 4305:2004. Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Метод визначення каротину. – К. : Держспоживстандарт, 2005. – 18 с.

DSTU 4305:2004. Fruit, vegetables and products of their processing. Method of determination of carotin, Derzhspozhivstandart, K., 2005. – 18 p.

19. ГОСТ 24556-89. Межгосударственный стандарт. Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения витамина С. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 12 с.

GOST 24556-89. Mezghosudarstvennyy standard. Products of processing of fruit and vegetables. Method of determination of vitamin C, IPK publishing house of standards, M., 2003, 12 p.

20. ДСТУ 4373:2005. Національний стандарт України. Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Методи визначення поліфенолів. – К. : Держспоживстандарт, 2006. – 10 с.

DSTU 4373:2005. National standard of Ukraine. Fruit, vegetables and products of their processing. Methods of determination of polifenoliv, Derzhspozhivstandart, K., 2006, 10 p.

21. Макасева О.Н. Ферменты. Ч. 2. Витамины и ферменты. Методические указания к лабораторному практикуму. Определение активности о-дифенолоксидазы (полифенолоксидазы) и пероксидазы по Михлину и Броневицкой / О.Н. Макасева, Л.М. Ткаченко// Могилевский государственный технологический институт. Могилев. 2001. – С. 25–27.

Makaseeva, O.N., Tkachenko, L.M. (2001), “Enzymes. Ch. 2. Vitamins and enzymes. Methodical pointing to laboratory practical work. (Determination of activity of o-difenoloksidazy (polifenoloksidazy) and peroksidazy on Mikhlinu and Bronevickoy)”, The Mogilevskiy state technological institute, Mogilev, pp. 25-27.

Павлюк Раїса Юрійвна, д-р техн. наук, проф., лауреат Державної премії України, заслужений діяч науки і техніки України, кафедра технологій переробки плодів, овочів і молока, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051; e-mail: ktrpom@ukr.net.

Павлюк Раїса Юрьевна, д-р техн. наук, проф., лауреат Государственной премии Украины, Заслуженный деятель науки и техники Украины, кафедра технологий переработки плодов, овощей и молока, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адресс: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051; e-mail: ktrppom@ukr.net.

Pavlyuk Raisa, doctor of technical sciences, professor, the State Prize laureate of Ukraine, Honored figure of Science and Technology in Ukraine, Department of Technology processing of fruits, vegetables and milk, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051; e-mail: ktrppom@ukr.net.

Погарська Вікторія Вадимівна, д-р техн. наук, проф., лауреат Державної премії України, кафедра технологій переробки плодів, овочів і молока, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051; e-mail: ktrppom@ukr.net.

Погарская Виктория Вадимовна, д-р техн. наук, проф., лауреат Государственной премии Украины, кафедра технологий переработки плодов, овощей и молока, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051; e-mail: ktrppom@ukr.net.

Pogarska Viktoriya, doctor of technical sciences, professor, the State Prize laureate of Ukraine, Department of Technology processing of fruits, vegetables and milk, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051; e-mail: ktpom@ukr.net.

Радченко Людмила Олексіївна, канд. іст. наук, проф., директор, Харківський торговельно-економічний коледж Київського національного торговельно-економічного університету. Адреса: вул. Клочківська, 202, м. Харків, Україна, 61045; e-mail: kharkiv@htek.com.ua.

Радченко Людмила Алексеевна, канд. ист. наук, проф., директор Харьковской торгово-экономической коллеж Киевского национального торгово-экономического университета. Адресс: ул. Клочковская, 202, г. Харьков, Украина, 61045; e-mail: kharkiv@htek.com.ua.

Ludmila Radchenko, candidate of historical sciences, professor, director, Kharkiv Trade-Economic Colledge of Kyiv National University of Trade and Economics. Address: Address: Klochkivska str., 202, Kharkiv, Ukraine, 61045; e-mail: kharkiv@htek.com.ua.

Таубер Роман Давід, д-р пед. наук, проф., ректор, Академія готельного бізнесу та громадського харчування. Адреса: вул. Нізавска, 19, м. Познань, Польща, 61-022; e-mail: wshigua@i.ua.

Таубер Роман Давид, д-р пед. наук, проф., ректор, Академия гостиничного бизнеса и общественного питания. Адресс: ул. Низавская, 19, г. Познань, Польша, 61-022; e-mail: wshigua@i.ua.

Tauber Roman David, doctor of pedagogical sciences, professor, rector, Academy of hospitality and catering. Address: Nieszawska str., 19, Poznan, Poland, 61-022; e-mail: wshigua@i.ua.

Тимофєєва Надія Миколаївна, асп. кафедра технологій переробки плодів, овочів і молока, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051; e-mail: kdp2010@yandex.ua

Тимофеева Надежда Николаевна, асп. кафедра технологій переробки плодів, овочей і молока. Харьковський державний університет харчування та торгівлі. Адресс: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051; e-mail: kdp2010@yandex.ua

Timofeyeva Nadiya, Department of Technology processing go fruits, vegetables and milk, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051; e-mail: kdp2010@yandex.ua

Котюк Тетяна Валеріївна, асп. кафедра технологій переробки плодів, овочів і молока, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051; e-mail: ktpom@ukr.net.

Котюк Татьяна Валериевна, асп. кафедра технологій переробки плодів, овочей і молока, Харьковський державний університет харчування та торгівлі. Адресс: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051; e-mail: ktpom@ukr.net.

Kotuyk Tatyana, graduate student, Department of Technology processing of fruits, vegetables and milk, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051; e-mail: ktppom@ukr.net.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. В.М. Михайловим.
Отримано 15.10.2016. ХДУХТ, Харків.*

УДК 637.338.4:637.353:544.352.2

НОВЕ СЛОВО В ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ПЛАВЛЕНИХ СИРНИХ ВИРОБІВ БЕЗ СОЛЕЙ-ПЛАВИЛЬНИКІВ ІЗ РЕКОРДНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

**В.В. Погарська, Р.Ю. Павлюк, О.О. Юр'єва, Л.І. Скрипка,
Т.С. Абрамова, Н.П. Максимова**

Розроблено новий метод глибокої переробки сичугових сирів в плавлені сирні вироби без солей-плавильників із використанням заморожування та дрібнодисперсного подрібнення. Вивчено комплексний вплив процесів неферментативного каталізу-кріомеханолізу та заморожування сичугових сирів під час підготовки до плавлення які призводять до кріодеструкції важкорозчинних параказеїнаткальційфосфатних наноконкомплексів у розчинну форму. Установлено, що відбувається їх кріодеструкція й трансформація в наноформу (на 55...60%). Розроблено технологію оздоровчих плавлених сирних виробів. Розкрито механізми вказаних процесів.

Ключові слова: *неферментативний каталіз, механоліз, заморожування, низькотемпературне подрібнення, твердий сичуговий сир, наноконкомплекс, плавлені сирні вироби.*

НОВОЕ СЛОВО В ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛАВЛЕННЫХ СЫРНЫХ ИЗДЕЛИЙ БЕЗ СОЛЕЙ-ПЛАВИТЕЛЕЙ С РЕКОРДНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

**В.В. Погарская, Р.Ю. Павлюк, О.А. Юрьева, Л.И. Скрипка,
Т.С. Абрамова, Н.Ф. Максимова**

Разработан новый метод глубокой переработки сычужных сыров в плавленые сырные изделия без солей-плавителей с использованием

© Погарська В.В., Павлюк Р.Ю., Юр'єва О.О., Скрипка Л.І., Абрамова Т.С., Максимова Н.П., 2016